Journal of Horticultural Science
https://jhs.um.ac.ir

Research Article
Vol. 37, No. 4, Winter 2024, p. 1135-1145

Evaluation of Different Laboratorial Temperatures on the Pollen Germination and Tube Growth Rate in Some Date Palm Cultivars

T. Rasteh[1], J. Erfani-Moghadam[2*], S.S. Marashi[3]

1 and 2- Former M.Sc. Student and Associate Professor, Department of Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Ilam University, Ilam, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: j.erfani@ilam.ac.ir)
3- Assistant Professor of Horticulture, Date Palm & Tropical Fruits Research Center, Ahvaz, Iran

Received: 01-04-2023 Revised: 11-09-2023 Accepted: 15-09-2023 Available Online: 21-09-2023	**How to cite this article:** Rasteh, T., Erfani-Moghadam, J., & Marashi, S.S. (2024). Evaluation of Different Laboratorial Temperatures on the Pollen Germination and Tube Growth Rate in Some Date Palm Cultivars. *Journal of Horticultural Science*, *37*(4), 1135-1145. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jhs.2023.81785.1253

Introduction

The date palm (*Phoenix dactylifera* L.) belongs to the family Arecaceae is a dioecious trees. Due to the problems of non-overlapping flowering of some male and female palm trees, commercial date production requires artificial pollination. Temperature is an important environmental factor influencing the pollination, fertilization and fruit set of the date palm. Availability of efficient male pollinators are of great importance in date palm production chain and for regular yearly bearing as the quantity and quality of pollen is a yield determining factor. The flowering and pollination period of date palm varies upon cultivar, geographic location and climatic conditions. However, frequent asynchronous flowering of date palm male and female trees occur due to climatic changes and abiotic stress. In such cases, farmers may pollinate their trees with pollen of a known male conserved at ambient conditions from the previous season; however, this is mostly result in a low fruit set and yield.

Materials and Methods

In this study, a factorial test was performed based on a completely random design with three replications at the laboratory of the Horticulture department at Ilam University to determine the rate of germination in five male date palm cultivars. The first factor consisted of nine temperature levels of 15, 18, 21, 24, 27, 30, 33, 36 and 39 and the second factor referred to the cultivar of the pollinator which had five levels of 'Ghanami Sorkh', 'Ghanami Sabz', 'Sabz Parak', 'Nare Pakutah' and 'Khareji'. The pollen of the above-mentioned cultivars was obtained from the date palm Germplasm collection at the Date Palm and Iranian Tropical Fruits Institute in the city of Ahwaz. In the early days of the flowering season (March), the cultivars under study were identified and labeled. They were then checked on a daily basis and whenever the sheaths were ripe enough, they were picked and preserved in a sterile environment in room temperature. After the sheaths opened, the flower clusters were dried in the same environment and at the same temperature. Then, the cluster strings were separated and kept in a freezer at -18 °C until it was time for the test. Viability and vitality of the pollen was specified through the dying method using Acetocarmine solution.

Results and Discussion

The results showed that there was a significant difference among cultivars, temperature and interactions of them at the level of 1%. Among the studied temperatures, the highest germination of pollen grains in all cultivars occurred at 30 °C, followed by 33 °C and 27 °C, respectively, and the lowest germination percentage were

https://doi.org/10.22067/jhs.2023.81785.1253

obtained at 15 °C. Among cultivars, the percentage of pollen germination in ‘Ghanami Sorkh’ was quite high (92.45%), and ‘Nare Pakutah’ (87.33%), also, simultaneously ‘Sabz Parak’ (84.82%) and in the ‘Khareji’ cultivar was the lowest. However, the percentage of pollen germination in ‘Ghanami Sorkh’ cultivar was higher than 59% under a wide range of temperature from 21 to 39 °C. Furthermore, the percentage of Pollen germination was reduced rapidly at temperatures less than 21 Cº and reach 15.85% in 15 °C. The germination percentage of pollen grains in ‘Nare Pakutah’ cultivar in the temperature range of 21 to 39 degrees Celsius was higher than 57%. The germination percentage of pollen grains in ‘Sabz Parak’ cultivar decreased with less acceleration than ‘Ghanami Sorkh’ at lower and upper temperatures of 30 °C, so that at 36 and 39 °C had the highest amount of germination compared to the other cultivars. Also, the germination rate of pollens in ‘Ghanami Sorkh’ cultivar were investigated above 57% in the wide temperature range from 21 to 39 °C.

Conclusion

According to the findings of this study, the timing of pollination plays a crucial role in the fertility of male date palm cultivars, with the optimal temperature being around 30°C. It is essential to select cultivars that exhibit a high rate of pollen germination and contribute positively to fruit properties. Male cultivars such as 'Ghanami Sorkh', 'Sabz Parak', and 'Nare Pakutah' demonstrated a broader range of optimum temperatures for pollen germination. Therefore, these cultivars are recommended for climates characterized by significant temperature fluctuations during the flowering period of female date palms.

Keywords: Cultivar, Date palm, Germination, ‘Ghanami Sorkh’, Pollen

نشریه علوم باغبانی
https://jhs.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۷، شماره ٤، زمستان ۱٤۰۲، ص. ۱۱٤٥-۱۱۳٥

بررسی دماهای مختلف آزمایشگاهی بر روی جوانه‌زنی دانه‌گرده و سرعت رشد لوله گرده در برخی ارقام خرما

توکل راسته[۱]- جواد عرفانی مقدم[۲]*- سید سمیح مرعشی[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۰۱/۱۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۰۶/۲۴

چکیده

نخل خرما (*Phoenix dactylifera* L.) متعلق به خانواده Arecaceae گیاهی دوپایه است و تولید تجاری محصول آن نیازمند به گرده‌افشانی مصنوعی می‌باشد. دما یکی از عوامل محیطی تأثیرگذار بر گرده‌افشانی، لقاح و تشکیل میوه در نخل خرما است. در این مطالعه اثر دما بر جوانه‌زنی و رشد لوله گرده خرما در شرایط آزمایشگاهی مورد بررسی قرار گرفت. آزمایش به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار اجرا شد. فاکتورهای مورد بررسی شامل پنج رقم نر 'غنامی سرخ'، 'غنامی سبز'، 'سبزپرک'، 'نرپاکوتاه' و 'خارجی' به همراه ۹ سطح دمایی ۱۵، ۱۸، ۲۱، ۲۴، ۲۷، ۳۰، ۳۳، ۳۶ و ۳۹ درجه سانتی‌گراد بودند. نتایج نشان داد تفاوت معنی‌داری در بین ارقام، دمای مورد بررسی و اثرات متقابل بین آنها در سطح احتمال ۱ درصد وجود دارد. در بین دماهای مورد بررسی، بیش‌ترین جوانه‌زنی دانه گرده در همه ارقام در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد اتفاق افتاد و بعد از آن به‌ترتیب مربوط به دمای ۳۳ و ۲۷ درجه سانتی‌گراد بوده است و کمترین درصد جوانه‌زنی مربوط به دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد بوده است. در بین ارقام مورد مطالعه، رقم 'غنامی سرخ' دارای بیشترین درصد جوانه‌زنی دانه گرده (۹۲/۴۵ درصد) و بعد از آن ارقام 'نرپاکوتاه' (۸۷/۳۳ درصد) و 'سبزپرک' (۸۴/۸۲ درصد) در رتبه‌های بعدی قرار گرفتند و کمترین مقدار جوانه‌زنی دانه گرده مربوط به رقم 'خارجی' بوده است. درصد جوانه‌زنی دانه گرده در رقم 'غنامی سرخ' در دامنه وسیع دمایی از ۲۱ تا ۳۹ درجه سانتی‌گراد به‌طور متوسط بالای ۵۹ درصد بوده است. نتایج کلی نشان داد ارقام 'غنامی سرخ'، 'سبزپرک' و 'نرپاکوتاه' در گستره دمایی وسیعی قابلیت جوانه‌زنی مطلوبی را دارند و برای اقلیم‌های دارای نوسانات دمایی در زمان باز شدن گل‌های ماده نخل خرما قابل توصیه می‌باشند.

واژه‌های کلیدی: جوانه‌زنی، خرما، دانه گرده، رقم، 'غنامی سرخ'

مقدمه

نخل خرما گیاهی دوپایه از خانواده Arecaceae و دارای میوه سته است که تنها در نتیجه گرده‌افشانی مناسب میوه تشکیل و رشد و نمو می‌کند (Baliga *et al*., 2011) و در صورت عدم گرده‌افشانی، میوه‌های پارتنوکارپ با طول و قطر کوچک‌تر تشکیل می‌شوند (Rastegar & Rahemi, 2015).

خرما با قدمتی بیش از چهار هزار سال در ایران یکی از محصولات مهم و استراتژیک در این کشور است. طبق آمار سازمان جهانی خواربار و کشاورزی (FAO) در سال ۲۰۲۱، سطح زیرکشت بارور خرما در ایران ۱۶۸۹۱۱ هکتار و میزان تولید ۱۳۰۳۷۱۶ تن گزارش شده که بر این اساس ایران از نظر سطح زیرکشت رتبه اول، ولی به لحاظ تولید رتبه دوم را در دنیا بعد از عربستان به خود اختصاص داده است. براساس آمار فائو متوسط تولید خرما در ایران ۷/۷ تن در هکتار ولی در عربستان نزدیک به ۱۰/۲ تن در هکتار می-باشد (FAO, 2021). با توجه به مشکلات عدم همپوشانی گلدهی برخی از درختان نر و ماده خرما، عملیات گرده‌افشانی مصنوعی ارقام ماده خرما برای تشکیل میوه تجاری با استفاده از دانه

۱ و ۲- به‌ترتیب دانش‌آموخته کارشناسی ارشد و دانشیار گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه ایلام، ایلام، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: j.erfani@ilam.ac.ir)
۳- استادیار باغبانی، مرکز تحقیقات خرما و میوه‌های گرمسیری، اهواز، ایران
https://doi.org/10.22067/jhs.2023.81785.1253

گرده ارقام مناسب، جهت باروری مطلوب امری ضروری می‌باشد (Zaid, 1999;Mortazavi *et al*., 2010). دمای محیط نقش مهمی در فرآیند جوانه‌زنی دانه گرده و رشد و نمو آن و در نتیجه لقاح گل‌ها دارد. درجه حرارت خیلی بالا مانع توسعه اسپات‌ها و درنتیجه باعث تأخیر در فصل گرده‌افشانی می‌شود و درجه حرارت پایین در اوایل فصل نیز اثرات منفی بر تشکیل میوه‌ها دارد. برخی گزارشات نشان داد، پوشاندن خوشه‌های گل ماده با استفاده از پاکت‌های کاغذی ۷۰-۴۰ سانتی‌متری بلافاصله پس از گرده‌افشانی در طول چهار هفته اول، منجر به افزایش قابل توجهی در تشکیل میوه‌ها، عملکرد و ابعاد میوه رقم حلاوی شده است. عملیات گرده‌افشانی در اوایل صبح و عصر به دلیل دمای پایین باعث کاهش جوانه‌زنی دانه گرده و نمو آن می‌شود و نشان داده شده است انجام گرده‌افشانی بین ساعات ۱۰ صبح تا ۳ بعد از ظهر باعث افزایش عملکرد ارقام ماده خرما در حدود ۱۵٪-۱۰ شده است (Galeb *et al*., 1988). پراکنش ضعیف دانه گرده در گل آذین و اثرات عوامل محیطی مانند رطوبت زیاد، باران، دمای پایین و بادهای شدید دارای اثرات منفی بر راندمان گرده‌افشانی و تشکیل میوه خرما دارد و یا ممکن است در مراحل نموی باعث سقط جنین و در نتیجه تشکیل میوه پارتنوکارپ گردد که کوچک و ارزش تجاری نداشته باشند (Salomon-Torres *et al*., 2021). وجود گرده افشان‌های نر کارآمد در زنجیره تولید نخل خرما اهمیت زیادی دارد و برای باروری منظم سالانه، کمیت و کیفیت دانه گرده یک عامل تعیین کننده برای عملکرد است. دوره گلدهی و گرده‌افشانی درخت خرما بسته به رقم، موقعیت جغرافیایی و شرایط آب و هوایی متفاوت است. با این حال، گلدهی ناهمزمان درختان نر و ماده خرما به‌دلیل تغییرات آب و هوایی و تنش غیرزیستی رخ می‌دهد (Mesnoua *et al*., 2018a, Kadri *et al*., 2019;).

گزارشات متعددی در زمینه نقش دما در جوانه‌زنی دانه گرده و تأثیر آن بر تلقیح گل‌های ماده، و درنتیجه اثر آن بر عملکرد نهایی محصول خرما منتشر شده است. در پژوهشی در شرایط درون شیشه ای نشان داده شد، عناصر و ترکیبات محیط کشت، اسیدیته و درجه حرارت انکوباسیون بر درصد جوانه‌زنی و رشد لوله گرده اثر دارند (Abdul-Baki, 1992). توصیه شده است، در مکان‌هایی که حداکثر دمای روزانه طی جریان گرده‌افشانی ۲۴ درجه سانتی‌گراد باشد روش گرده‌افشانی مکانیکی صورت نگیرد. برخی از محققان اعتقاد دارند اثرات منفی باران در تشکیل میوه خرما، به سبب اثرات غیر مستقیم باران در کاهش دما می‌باشد که همراه و یا به دنبال باران ایجاد می شود (Brown *et al*., 1969). در پژوهشی روی رقم Hayani مشخص شد، در دمای بین ۲۸-۲۵ درجه سانتی‌گراد بسیاری از لوله های گرده در مدت ۶ ساعت می‌رسند در صورتی که در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد این روند بسیار آهسته می‌باشد (Reuveni *et al*., 1986). در گزارش منتشر شده توسط فور و ریم (Furr & Ream, 1986)، دمای ۲۶ درجه سانتی‌گراد به‌عنوان دمای مناسب برای جوانه‌زنی دانه‌های گرده خرما تعیین شد، اما الهلال و همکاران (Al-Halal *et al*., 1988) در پژوهش‌های خود، دمای ۳۰ درجه سانتی گراد را مناسب جوانه‌زنی دانه گرده خرما بیان کردند. علاوه‌بر گرده-افشانی و لقاح موفق، کاربرد برخی عناصر غذایی در بهبود صفات کمی و کیفی خرما مهم است و در پژوهشی کاربرد جداگانه سولفات پتاسیم و نیترات کلسیم ضمن بهبود خواص کمی و کیفی میوه خرما تا حدود زیادی باعث کاهش خسارت عارضه خشکیدگی خوشه خرما گشتند (Shekofteh & Nick-Pour, 2016). در پژوهشی، اثرات کاربرد عنصر بور بر جوانه‌زنی و رشد لوله گرده سیب بررسی شد و نتایج نشان داد عنصر بور در غلظت ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر اثرات مثبتی در جوانه‌زنی دانه گرده سیب دارد (Moafi *et al*., 2019).

در کشور ایران به علت گرده‌افشانی ناصحیح باغداران، عدم توجه به زمان مناسب گرده‌افشانی و عدم وجود اطلاعات کافی و مناسب در مورد دمای مناسب برای گرده‌افشانی نخل خرما، سالانه افت زیادی در محصول نخل خرما وجود دارد. با توجه به اهمیت دما در لقاح و باروری گل‌های خرما، در این پژوهش، اثرات دماهای مختلف در جوانه‌زنی دانه گرده و سرعت رشد لوله گرده برخی از ارقام تجاری نر خرما شامل 'غنامی سرخ'، 'غنامی سبز'، 'سبزپرک'، 'نرپاکوتاه' و 'خارجی' ارزیابی و بهترین دامنه دمایی برای جوانه‌زنی هر رقم مورد بررسی شده است.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش برای تعیین درصد جوانه‌زنی دانه گرده پنج رقم نر خرما، آزمایشی به‌صورت فاکتوریل در قالب طرح کاملاً تصادفی با سه تکرار در آزمایشگاه گروه باغبانی دانشگاه ایلام اجرا گردید. فاکتور اول شامل ۹ سطح دمایی ۱۵، ۱۸، ۲۱، ۲۴، ۲۷، ۳۰، ۳۳، ۳۶ و ۳۹ درجه سانتی‌گراد و فاکتور دوم رقم گرده دهنده در پنج سطح شامل 'غنامی سرخ'، 'غنامی‌سبز'، 'سبزپرک'، 'نرپاکوتاه' و 'خارجی' بوده است. دانه گرده ارقام مذکور از کلکسیون ژرم‌پلاسم خرمای مؤسسه تحقیقاتی خرما و میوه‌های گرمسیری کشور واقع در شهرستان اهواز تهیه شده است. در اوایل فصل گلدهی (اسفندماه) ارقام مورد نظر شناسایی و اتیکت‌گذاری شد و با بررسی‌های روزانه با رسیدن غلاف‌ها آنها را از درخت جدا نموده و در محیط استریل در دمای اتاق نگهداری شده است. پس از باز شدن غلاف‌ها خوشه‌های گل در دمای محیط خشک شده است و رشته‌های خوشه جدا و در فریزر با دمای ۱۸- درجه سانتی‌گراد تا زمان آزمایش نگهداری شد. قوه نامیه و زنده بودن دانه-های گرده از روش رنگ‌آمیزی با محلول استوکارمن مشخص گردید.

جوانه‌زنی دانه گرده خرما در کشت درون شیشه‌ای براساس روش بروبیکر و کواک که توسط مرتضوی و همکاران (Mortazavi *et al*.,

2010) اصلاح شد بررسی گردید. محیط کشت استفاده شده برای یک لیتر شامل ۵۰ میلی‌گرم اسید بوریک، ۱۰۰ میلی‌گرم نیترات پتاسیم، ۲۰۰ میلی‌گرم سولفات منیزیم، ۲۰۰ میلی‌گرم نیترات کلسیم، ۱۵۰ گرم ساکاروز و ۱۰ گرم آگار با اسیدیته ۵/۷ بوده است. محیط‌کشت در اتوکلاو استریل شد و بلافاصله زیر هود در حالت مایع در پلیت‌های پلاستیکی استریل شده به قطر ۸ سانتی‌متر پخش گردید. برای کاشت دانه گرده ارقام مذکور از قلم موی نرم استریل شده استفاده و دانه گرده‌ها به‌صورت غبار بر روی محیط‌کشت پخش گردید. درب پلیت‌ها بسته و با پارافیلم درزگیری شده و به‌مدت ۲۴ ساعت درون انکوباتور در دماهای ذکر شده قرا گرفته است. جهت توقف رشد و جوانه‌زنی دانه گرده، پلیت از انکوباتور خارج و با محلول کارنوی تشکیل شده به نسبت یک به سه از اسید استیک ۱۰۰ درصد و اتانول ۹۶ درصد استفاده و تا زمان شمارش در دمای درجه ۴ درجه سانتی‌گراد درون یخچال قرار گرفتند.

برای تعیین درصد جوانه‌زنی دانه گرده در ارقام مذکور، شمارش دانه گرده در ۹ میدان دید و با مشاهده حدود ۴۵۰ عدد دانه گرده در هر تکرار، با میکروسکوپ نوری و بزرگنمایی ۴۰ بررسی گردید و میانگین آنها به‌عنوان درصد جوانه‌زنی آن تکرار بیان گردید. برای شمارش، از دانه گرده‌هایی استفاده شد که طول رشد لوله آن برابر یا بیشتر از قطر آن بودند. در بخش دوم این آزمایش سرعت جوانه‌زنی و رشد لوله گرده در فاصله زمانی ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ ساعت بعد از کشت و فقط در دمای ۲۴، ۲۷، ۳۰، ۳۳ و ۳۶ درجه سانتی‌گراد بررسی گردید و شمارش دانه گرده جوانه زده در هر فاصله زمانی مانند روش فوق صورت گرفت. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (ver. 9.1.3) صورت گرفت و اختلاف بین میانگین‌ها توسط آزمون حداقل معنی داری (LSD) در سطح احتمال ۱ درصد مقایسه شد.

نتایج

نتایج به‌دست آمده از تجزیه واریانس داده‌های مربوط به درصد جوانه‌زنی دانه گرده ۲۴ ساعت بعد از کشت، بین ارقام مختلف خرما نشان داد تفاوت معنی‌داری در بین ارقام، دمای مورد بررسی و اثرات متقابل بین آنها در سطح ۱ درصد وجود دارد (جدول ۱). در بین دماهای مورد بررسی، بهترین جوانه‌زنی دانه گرده در همه ارقام در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد اتفاق افتاد و بعد از آن به‌ترتیب مربوط به دمای ۳۳ و ۲۷ درجه سانتی‌گراد بوده است. در دمای بیشتر از ۳۳ و کمتر ۲۷ درجه سانتی‌گراد درصد جوانه‌زنی دانه گرده پایین بود به طوری‌که درصد جوانه‌زنی در دمای ۲۴ درجه سانتی‌گراد برای رقم ’خارجی‘ به ۱۰/۵۲ درصد و در دمای ۳۶ درجه سانتی‌گراد به ۱۱/۴۸ درصد رسیده است.

در دمای ۳۹ درجه سانتی‌گراد درصد جوانه‌زنی دانه گرده سه رقم ’غنامی سرخ‘، ’سبزپرک‘ و ’نرپاکوتاه‘ بالای ۵۰ درصد بود اما اکثر دانه‌های گرده در این دما شکافته شده بودند. جوانه‌زنی دانه گرده در دماهای ۱۵، ۱۸ و ۲۱ درجه سانتی‌گراد نیز سیر نزولی و کاهشی داشته است به‌طوری‌که جوانه‌زنی رقم ’خارجی‘ در دمای ۲۱ درجه سانتی‌گراد ۱/۳۳ درصد و دماهای پایین‌تر تقریبا به صفر رسیده بود. در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد جوانه‌زنی دانه گرده در اکثر ارقام بسیار پایین بوده است به‌طوری‌که مقدار جوانه‌زنی در این دما برای رقم ’غنامی سرخ‘ ۱۵/۸۵ درصد، رقم ’غنامی سبز‘ ۱/۸۵ درصد، رقم ’سبزپرک‘ ۹/۲۶ درصد و رقم ’نرپاکوتاه‘ ۱/۲۶ درصد به‌دست آمد.

جدول ۱- تجزیه واریانس اثر درجه حرارت‌های مختلف بر درصد جوانه‌زنی دانه گرده در ارقام مختلف خرما

Table 1- ANOVA for the effect of different temperatureson the pollen germination rate of different date palm cultivars

منابع تغییرات Sources of variation	درجه آزادی D.F.	میانگین مربعات Mean squares
رقم Cultivar	4	11521.5**
درجه حرارت Temperature	8	8396.5**
درجه حرارت×رقم Temperature × cultivar	32	348.7**
خطا Error	88	1.8
ضریب تغییرات Coefficient of variation	-	2.8

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

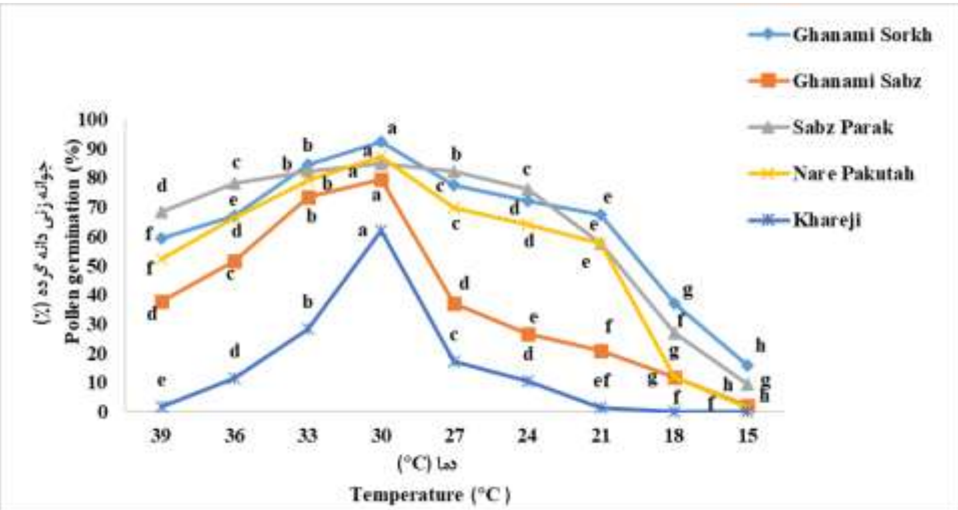
** Significant at the 1% of probability level

در بین ارقام مورد مطالعه، بیشترین درصد جوانه‌زنی دانه گرده (۹۲/۴۵ درصد) مربوط به رقم 'غنامی سرخ' بود و بعد از آن ۸۷/۳۳ درصد و ۸۴/۸۲ درصد به‌ترتیب مربوط به ارقام 'نرپاکوتاه' و 'سبزپرک' بود که در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به‌دست آمده است. نتایج نشان داد درصد جوانه‌زنی دانه گرده در رقم 'غنامی سرخ' در دامنه وسیع دمایی از ۲۱ تا ۳۹ درجه سانتی‌گراد به‌طور متوسط بالای ۵۹ درصد بوده است و در دمای پایین تر از ۲۱ درجه سانتی‌گراد درصد جوانه‌زنی آن با شتاب زیادی کاهش یافت و در دمای ۱۵ درجه سانتی گراد به ۱۵/۸۵ درصد رسیده است (شکل ۱).

درصد جوانه‌زنی دانه گرده در رقم 'سبزپرک' با شتاب کمتری نسبت به 'غنامی سرخ' در دماهای پایین‌تر و بالاتر از ۳۰ درجه سانتی گراد کاهش یافت به‌طوری‌که در دماهای ۳۶ و ۳۹ درجه سانتی‌گراد نسبت به دیگر ارقام بیشترین مقدار جوانه‌زنی را نشان داده است و همچنین مانند رقم 'غنامی سرخ' در دامنه وسیع دمایی از ۲۱ تا ۳۹ درجه سانتی‌گراد مقدار جوانه‌زنی گرده‌ها به‌طور متوسط بالای ۵۷ درصد بوده است (شکل ۱). درصد جوانه‌زنی دانه گرده در رقم 'نرپاکوتاه' نیز در محدوده دمایی ۲۱ تا ۳۹ درجه سانتی‌گراد به‌طور متوسط بالاتر از ۵۷ درصد بوده است ولی سیر کاهشی جوانه‌زنی در دماهای پایین‌تر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد با شتاب بیشتری نسبت به دماهای بالاتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده شد و این روند کاهشی تا دمای ۲۱ درجه تقریبا منظم بوده است ولی از دمای ۲۱ به ۱۸ درجه سانتی‌گراد کاهش چشمگیری در جوانه‌زنی دانه گرده از ۷۰/۵۷ درصد به ۱۱/۸۵ درصد داشته است (شکل ۱). درصد جوانه‌زنی گرده‌ها در رقم 'غنامی سبز' نیز در دمای کمتر و بیشتر از ۳۰ درجه سانتی گراد دارای سیر نزولی بوده است و بیشترین شیب کاهش جوانه‌زنی از دمای ۳۰ درجه (۷۹/۴۱ درصد) به دمای ۲۷ درجه (۳۷/۰۴ درصد) مشاهده گردید و روند کاهشی در دماهای پایین‌تر با شتاب کمتری صورت گرفته است و در دمای ۱۵ درجه سانتی‌گراد به ۱/۸۵ درصد رسیده است. با این حال روند کاهشی جوانه‌زنی گرده‌ها در این رقم در دماهای بالاتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد با شتاب کمتری نسبت به دماهای پایین‌تر مشاهده شد (شکل ۱). درصد جوانه‌زنی گرده‌ها در رقم 'خارجی' نیز در دماهای بالاتر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد دارای روند کاهشی بوده است، اما این روند با شتاب کمتری نسبت به دماهای پایین‌تر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد مشاهده گردید و فقط در دمای ۳۰ درجه جوانه‌زنی نسبتا مطلوبی داشته است (شکل ۱).

بررسی سرعت جوانه‌زنی گرده‌ها نشان داده است که فاکتور زمان برای این صفت معنی‌دار بوده است و جوانه‌زنی گرده‌ها و رشد آنها در ۲ ساعت اول بعد از کشت دانه گرده مشاهده گردید و تا ۱۰ ساعت پس از کشت به حداکثر رسید (جدول ۲).

با این حال نتایج نشان داد شیب جوانه‌زنی گرده‌ها از ۲ ساعت به ۴ ساعت بسیار بالا و از ساعت چهارم به بعد با شتاب کمتر اما به‌طور معنی‌دار ادامه یافت. در نمودار (شکل ۲) روند جوانه‌زنی دانه گرده در طول زمان در دمای ۳۰ درجه مشخص شده است.



شکل ۱- تأثیر دماهای مختلف آزمایشگاهی بر جوانه‌زنی دانه گرده ارقام مختلف خرما

Figure 1- The effect of the different laboratory temperatures on the pollen germination of different date palm cultivars (LSD, *p≤0.05*)

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر درجه حرارت‌های مختلف بر سرعت جوانه‌زنی دانه گرده ارقام مختلف خرما

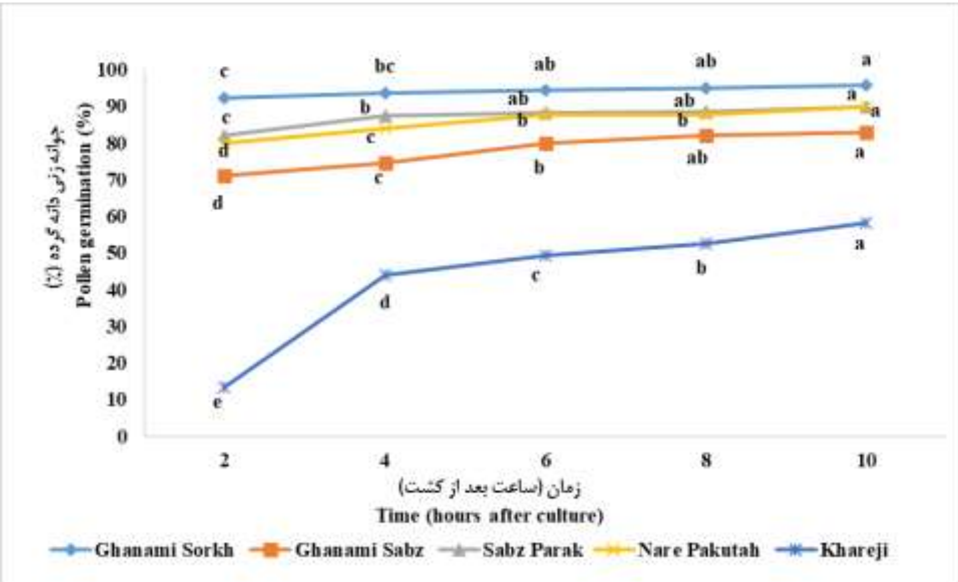
Table 2- ANOVA for the effect of different temperature on the pollen germination rate of different date palm cultivars

منابع تغییرات Sources of variation	درجه آزادی D.F.	میانگین مربعات Mean squares
رقم Cultivar	4	39334**
تیمار Temperature	4	2629.6**
زمان Time	4	3538.2**
زمان×تیمار temperature×time	16	34.6**
تیمار×رقم cultivar×temperature	16	417.9**
زمان×رقم Cultivar × time	16	278.7**
زمان×تیمار×رقم cultivar×temperature× time	64	28.1**
خطا Error	248	1.29
ضریب تغییرات Coefficient of variation	-	1.59

**: معنی‌دار در سطح احتمال ۱ درصد

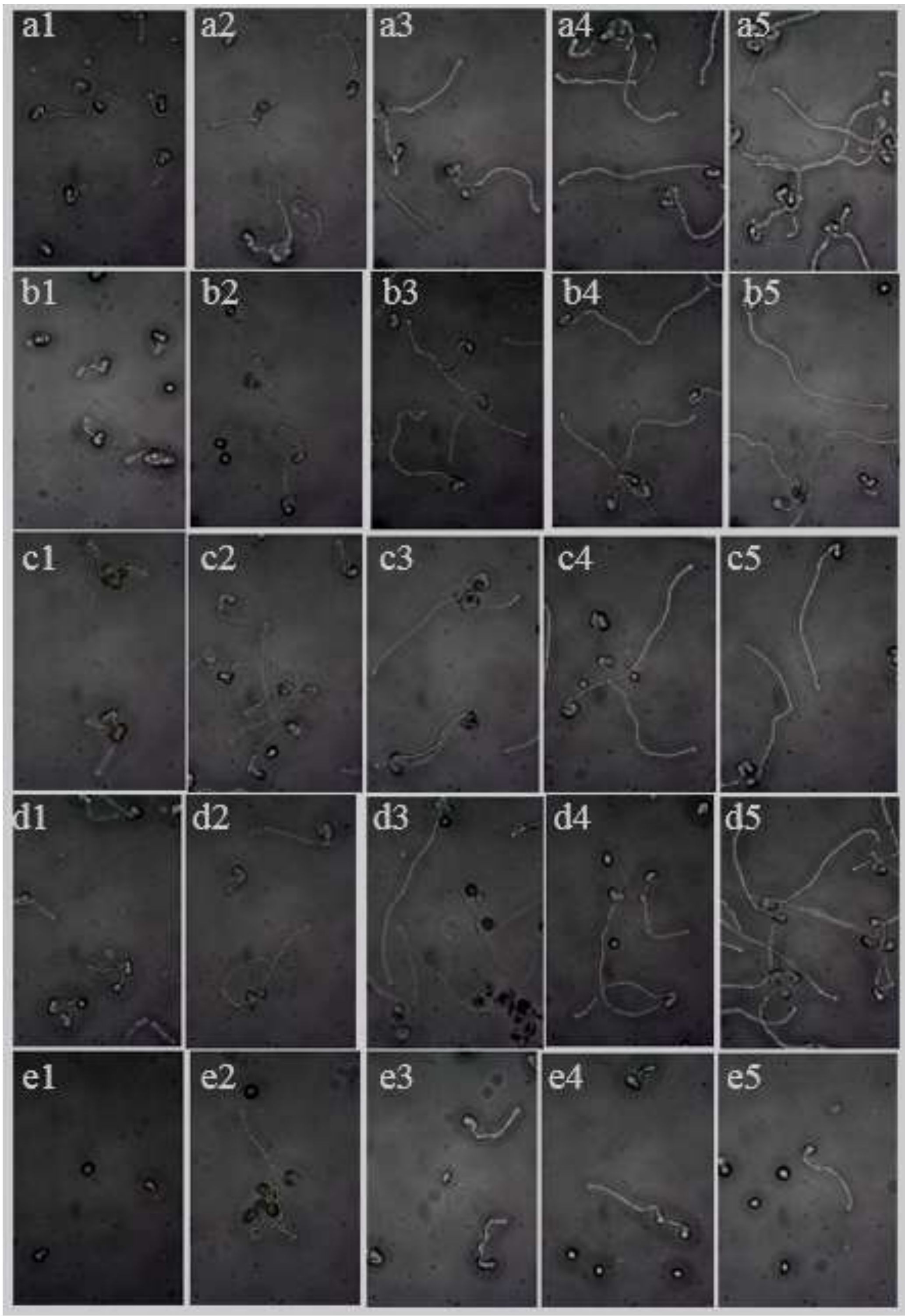
** Significant at the 1% of probability level

رشد لوله گرده با افزایش زمان نیز بیشتر شده بود و ۱۰ ساعت بعد از کشت گرده‌ها، دارای بیشترین رشد طولی بوده است و نتایج نشان داده است که روند افزایشی رشد طولی لوله گرده در رقم 'خارجی' بسیار آهسته‌تر از سایر ارقام بود و پس از ۱۰ ساعت، کمترین رشد طولی لوله گرده مربوط به رقم 'خارجی' و بیشترین آن مربوط به ارقام 'نرپاکوتاه' و 'سبزپرک' بوده است. حداکثر رشد طولی لوله گرده در دمای ۳۰ درجه دیده شد و در دماهای بالاتر و پایین تر از ۳۰ درجه سانتی‌گراد، رشد لوله گرده مانند درصد جوانه‌زنی گرده‌ها برای همه ارقام دارای روند کاهشی و آهسته‌تری بوده است (شکل ۳).



شکل ۲- جوانه‌زنی دانه گرده ارقام مختلف خرما در طول زمان در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد

Figure 2- Pollen germination of different date palm cultivars at 30 °C over time (LSD, *p≤0.05*)



شکل ۳- میزان رشد طولی لوله گرده ارقام مختلف خرما در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد

a) 'غنامی سرخ'، b) 'غنامی سبز'، c) 'سبزپرک'، d) 'نرپاکوتاه'، e) 'خارجی' و اعداد به‌ترتیب بیانگر ۲، ۴، ۶، ۸ و ۱۰ ساعت بعد از کشت می‌باشد.

Figure 3- The longitudinal length growth of the pollen tube in different date palm cultivars at 30 °C

a) 'Ghanami Sorkh' b) 'Ghanami Sabz', c) 'Sabz Parak', d) 'Nare Pakutah', and e) 'Khareji'. The numbers indicate growth after 2, 4, 6, 8 and 10 hours after culture, respectively.

بحث

قوه نامیه دانه گرده به ظرفیت دانه گرده برای جوانه‌زنی و رشد طبیعی آن گفته می‌شود. ارزیابی قابلیت زنده بودن دانه گرده تازه و همچنین دانه گرده‌های ذخیره شده به‌منظور یک گرده‌افشانی موفق ضروری می‌باشد (Myint *et al*., 2012). قوه نامیه دانه گرده ارقام مختلف خرما متفاوت است، بنابراین ارزیابی جوانه‌زنی دانه گرده در انتخاب نوع دانه گرده مناسب و با دوام از اهمیت خاصی برخوردار می‌باشد و استفاده از دانه گرده مناسب باعث تشکیل میوه بهتر و افزایش عملکرد میوه خرما می‌شود. دمای محیط نقش مهمی در فرایند جوانه‌زنی دانه گرده و رشد و نمو آن و در نتیجه لقاح گل‌ها دارد (Moosavi nazhad *et al*., 2014). در خرما درجه حرارت خیلی بالا مانع توسعه اسپات‌ها و در نتیجه باعث تأخیر در فصل گرده‌افشانی می‌شود و درجه حرارت پایین در اوایل فصل نیز اثرات منفی بر تشکیل میوه‌ها دارد. درجه حرارت نقش مهمی در جوانه‌زنی دانه گرده در محیط آزمایشی و یا شرایط طبیعی دارد و دمای مناسب برای هر رقم متغیر می‌باشد (Koyuncu *et al*., 2009). دوره گرده‌افشانی خرما به دمای محیط بستگی دارد و در نیمکره شمالی، گرده‌افشانی از اواسط بهمن تا اواخر فروردین انجام می‌شود، در واقع، هوای آرام، خشک و به اندازه کافی گرم برای گرده افشانی موفق نخل خرما مورد نیاز است (Kadri *et al*., 2019). تنش دمایی متفاوت از جمله گرما و سرما هر دو در رشد و نمو اندام‌های زایشی گیاه تأثیر می‌گذارد و از طرف دیگر منابع دانه گرده می‌تواند بر کمیت و کیفیت میوه خرما اثرات مهمی داشته باشد (Rezazadeh *et al*., 2013). اثرات دما در فرآیند گرده‌افشانی و لقاح از دو جنبه اهمیت دارد، از یک طرف باعث تسریع در جوانه‌زنی دانه گرده و رشد لوله گرده می‌شود و از طرف دیگر می‌تواند باعث کاهش طول عمر تخمک گردد. از این‌رو ارزیابی و بررسی دمای بهینه برای دوره گرده‌افشانی و لقاح می‌تواند اهمیت بالایی در باروری موفق و عملکرد نهایی داشته باشد (Monselise, Beltren *et al*., 2019; Aly, 2018;2018;).

نتایج به‌دست آمده در این پژوهش نشان داد بهترین دما برای جوانه‌زنی گرده‌ها در ارقام نر خرما، دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد می‌باشد و این نتیجه با نتایج الهلال و همکاران (Al-Halal *et al*., 1988) مطابقت دارد و این شرایط دمایی در شرایط طبیعی بسته به منطقه در بین ساعات ۱۰ صبح تا ۳ بعد از ظهر محقق می‌گردد. براساس نتایج فور و ریم (Furr & Ream, 1986) دمای ۲۶ تا ۳۰ درجه سانتی‌گراد برای گرده‌افشانی و رشد لوله گرده بسیار مطلوب و این شرایط دمایی نقش مؤثری در باروری ارقام ماده خرما دارد. این محققان همچنین ذکر کردند اقلیم محل رشد پایه نر و منشا دانه گرده می‌تواند باعث این تفاوت‌ها گردد. براساس گزارشات آسیف و همکاران (Asif *et al*., 1983) و مرتضوی و همکاران (Mortazavi *et al*., 2010) درصد جوانه‌زنی ارقام مختلف در شرایط یکسان ممکن است متفاوت باشد که این امر به ساختار ژنتیکی و فیزیولوژیکی دانه گرده ارقام مربوط می‌باشد. در مطالعات دیگری نشان دادند دمای مطلوب جوانه زنی دانه گرده خرما در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد به خوبی انجام می-شود ولی دمای مناسب جوانه‌زنی برای هر رقم باید بررسی شود (Volk, 2011). در پژوهشی، در مورد ارقام فرد ۴ و جارویس ۱، دمای مطلوب جوانه‌زنی دانه گرده در شرایط آزمایشگاهی در دمای ۲۳ درجه سانتی‌گراد اتفاق افتاد (Araújo de Oliveira *et al*., 2021) هر چند در مطالعات دیگر دماهای ۲۳، ۲۸ و ۳۰ درجه سانتی‌گراد نیز گزارش شده است (Maryam *et al*., Mortazavi *et al*., 2010; 2015; Mesnoua *et al*., 2018b).

بررسی جوانه‌زنی دانه گرده در این شرایط یکی از مطمئن‌ترین روش برای بررسی قوه نامیه دانه گرده تازه یا ذخیره شده می‌باشد و مطالعات ارزیابی آزمایشگاهی جوانه‌زنی دانه گرده برای توجیه باروری یا عدم باروری درختان میوه خرما می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد (Pfahler *et al*., 1997). در پژوهش حاضر نشان داده شده است درصد جوانه‌زنی گرده‌ها در شرایط یکسان بین ارقام مورد مطالعه دارای اختلاف معنی‌داری بوده است و بیشترین و کمترین جوانه‌زنی گرده‌ها در دمای ۳۰ درجه سانتی‌گراد به‌ترتیب مربوط به رقم 'غنامی سرخ' و 'خارجی' بوده است.

نتیجه‌گیری

با توجه به نتایج به‌دست آمده زمان گرده‌افشانی نقش مؤثری در باروری ارقام ماده خرما دارد و زمانی برای این کار باید انتخاب گردد که محدوده دمایی در آن زمان در حدود ۳۰ درجه سانتی‌گراد باشد. همچنین باید از ارقامی استفاده شود که درصد جوانه‌زنی دانه گرده بالا بوده و دارای اثرات مطلوبی روی خصوصیات میوه داشته باشند. درصد جوانه‌زنی دانه گرده در ارقام نر 'غنامی سرخ'، 'سبزپرک' و 'نرپاکوتاه' در دامنه گسترده تری از دمای بهینه جوانه‌زنی اتفاق افتاد که برای اقلیم‌هایی که در زمان باز شدن گل‌های ماده نخل خرما اختلافات دمایی بالا باشد قابل توصیه می‌باشد.

سپاسگزاری

هزینه‌های این پژوهش از محل اعتبارات پژوهشی دانشگاه ایلام تأمین شده است که نگارندگان مراتب قدردانی خود را ابراز می‌دارند.

References

1. Abdul-Baki, A.A. (1992). Determination of pollen viability in tomatoes. *Journal of American Society for Horticultural Science*, *117*, 473-476. https://doi.org/10.21273/JASHS.117.3.473
2. Al-Halal, A.A., Basalah, M.O., & Mohammad, S. (1988). Effect of storage and temperature on pollen germination and rate of pollen elongation of date palm. *Phyton*, *48*, 119-12.
3. Aly, H.S. (2018). Evaluation of pollen grains germination, viability and chemical composition of some date palm males. *Middle East Journal of Agriculture Research*, *7*(7), 235-247.
4. Araújo de Oliveira, A.C., da Silva Lédo, A., Polek, M., Krueger, R., Shepherd, A., & Volk, G.M. (2021). Optimization of in vitro germination and cryopreservation conditions for preserving date palm pollen in the USDA National Plant Germplasm System. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, *144*(1), 223-232. https://doi.org/10.1007/s11240-020-01907-1
5. Asif, M.I., Al-Tahir, O.A., & Farah, A.F. (1983). The effects of some chemicals and growth substances on pollen germination and tube growth of date pollen. *HortScience*, *18*, 476-480.
6. Baliga, M.S., Baliga, B.R.V., Kandathil, S.M., Bhat, H.P., & Vayalil, P.K. (2011). A review of the chemistry and pharmacology of the date fruits (*Phoenix dactylifera* L.). *Food Research International*, *44*(7), 1812-1822. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2010.07.004
7. Beltrán, R., Valls, A., Cebrián, N., Zornoza, C., Breijo, F.G., Armiñana, J.R., & Merle, H. (2019). Effect of temperature on pollen germination for several Rosaceae species: Influence of freezing conservation time on germination patterns. *PeerJ*, 7, e8195. https://doi.org/10.7717/peerj.8195
8. Brown, G.K., Perkins, R.M., & Vis, E.G. (1969). Temperature and heat unit occurrences during date pollination in the Coachella Valley of California. Date Growers' Inst. *Report*, *46*, 21-24.
9. Furr, I.R., & Ream, C.L. (1986). The influence of temperature on germination of date pollen. *Report of Date Growers Institute*, *45*, 7-9.
10. Galeb, H.A., Mawlood, E.A., & Hamood, H.H. (1988). The influence of bagging on fruit set and fruit characteristics in date palm CV. Hallawi. *Date Palm Journal*, *6*, 238-254.
11. https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL
12. Kadri, K., Ahmed, O., Souhaila, M., Mohamed, S.C., Abdelhamid, C., & Amani, T. (2019). Contribution to the study of the effect of pollination mode on fruit set rate and yield in the date palm (*Phoenix dactylifera* L.) in the Oases of Tozeur (Tunisia). *International Journal of Agriculture Innovations and Research*, *7*, 533-537.
13. Koyuncu, F., & Güçlü, F. (2009). Effect of temperature on in vitro pollen germination and tube growth in sweet cherries. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science*, *6*(5), 520-525.
14. Maryam, M., Fatima, B.I.L.Q.U.E.S., Haider, M.S., Abbas, S.U.M.M.A.R., Naqvi, M., Ahmad, R.A.S.H.I.D., & Khan, I.A. (2015). Evaluation of pollen viability in date palm cultivars under different storage temperatures. *Pakistan Journal of Botany*, *47*(1), 377-381.
15. Mesnoua, M., Roumani, M., & Salem, A. (2018b). The effect of pollen storage temperatures on pollen viability, fruit set and fruit quality of six date palm cultivars. *Scientia Horticulturae*, *236*, 279-283. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.03.053
16. Mesnoua, M., Roumani, M., Bensalah, M.K., Salem, A., & Benaziza, A. (2018a). Optimization of conditions for in vitro pollen germination and pollen tube growth of date palm (*Phoenix dactylifera* L.). *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, *10*(1), 158-167. https://doi.org/10.4314/jfas.v10i1.11
17. Moafi, S.F., Sharafi Y., Rezaei, A., & Fotokian, M.H. (2019). Microscopic study of the effect of boron spraying on the pollen tube penetration in apple crosses. *Journal of Horticultural Science*, *33*, 207-218. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/JHORTS4.V0I0.67287
18. Monselise, S.P. (2018). *Handbook of fruit set and development*. CRC press. https://doi.org/10.1201/9781351073042
19. Moosavi Nazhad, S., Hajilou, J., & Rahnamoon, H. (2014). Effect of different temperatures on germination and pollen tube growth dynamics with different time of flowering in almond cultivars. *Plant Productions*, *37*(1), 49-58. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22055/ppd.2019.22840.1498
20. Mortazavi, S.M.H., Arzani, K., & Moini, A. (2010). Optimizing storage and in vitro germination of date palm (*Phoenix dactylivera* L.) pollen. *Journal of Agricultural Science and Technology*, *12*, 181-189. https://doi.org/20.1001.1.16807073.2010.12.2.12.0
21. Myint, K.A., Rafii, M.Y., Sheikh-Abdullah, S.A., Lwin, N.M., Mohd Din, A., & Latif, M.A. (2012). Determination of the optimum pollen germination medium for different fruit forms of oil palm (*Elaeis guineensis*). *Journal of Animal & Plant Sciences*, *14*, 1855-1865. http://www.m.elewa.org/JAPS/2012/14.1/Abstract2-raffi.html
22. Pfahler, P.L., Pereira, M.J., & Barnett, R.D. (1997). Genetic variation for in vitro sesame pollen germination and tube growth. *Theoretical and Applied Genetics*, *95*, 1218-1222. https://doi.org/10.1007/s001220050684

23. Rastegar, S., & Rahemi, M. (2015). Comparision of physicochemical characterristic of pollinated and unpollinated Piarom and Shahani date palm during fruit growth and development. *Journal of Plant Productions*, *38*(1), 65-74. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22055/ppd.2015.11132
24. Reuveni, O., Abu, S., & Golobovitz, S. (1986). Date palm Pollen germination and tube elongation on pistillate flowers cultured at different temperatures. *Acta horticulture, 175*, 91-95. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1986.175.13
25. Rezazadeh, R., Hassanzadeh, H., Hosseini, Y., Karami, Y., & Williams, R.R. (2013). Influence of pollen source on fruit production of date palm (*Phoenix dactylifera* L.) cv. Barhi in humid coastal regions of southern Iran. *Scientia Horticulturae*, *160*, 182-188. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.05.038
26. Salomon-Torres, R., Krueger, R., Garcia-Vazquez, J.P., Villa-Angulo, R., Villa-Angulo, C., Ortiz-Uribe, N., & Samaniego-Sandoval, L. (2021). Date palm pollen: Features, production, extraction and pollination methods. *Agronomy*, *11*(3), 504. https://doi.org/10.3390/agronomy11030504
27. Shekofteh, H., & Nick-Pour, M. (2016). Study on the effect of calcium and potassium spray on date bunch fading disorder. *Journal of Horticultural Science, 30,* 358-365. (In Persian with English abstract). https://doi.org/20.1001.1.20084730.1395.30.3.24.3
28. Volk, G.M. (2011). *Collecting pollen for genetic resources conservation*. In: Guarino, L., Ramanatha, V.R., Goldberg, E. (eds) Collecting plant genetic diversity: technical guidelines. Bioversity International, Rome.
29. Zaid, A. (1999). Date Palm Cultivation. *FAO Technical Bulletin*, 156, FAO Pulications, Rome.